

Державний вищий навчальний заклад  
«Донецький національний технічний університет»  
Кафедра електронної техніки

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**

Перший проректор

\_\_\_\_\_ Леонід БАЧУРІН

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

ОНД.2.07 Аналогова схемотехніка

(шифр і назва навчальної дисципліни)

Рівень освіти: перший бакалаврський

Спеціальність 171 Електроніка

Освітня програма Електронні пристрої та системи

Мова навчання: українська

Робоча програма навчальної дисципліни Аналогова схемотехніка

(повна назва дисципліни)

для здобувачів вищої освіти за спеціальністю 171 Електроніка.

«05» вересня 2023 року. – 9 с.

Розробники: к.т.н., доц., доц. каф. ЕТ Шеїна Г.О.

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри електронної техніки.

( назва кафедри)

Протокол № 1 від «05» вересня 2023 р.

Завідувач кафедрою ЕТ

\_\_\_\_\_

(підпис)

(С.О. Ковальов)

(прізвище та ініціали)

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2023 р

Схвалено науково-методичною комісією з галузі знань 17 Електроніка, автоматизація та  
електронні комунікації

(шифр, назва)

Протокол № \_\_\_\_ від. “ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2023 р.

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2023 р. Голова

\_\_\_\_\_

(підпис)

(В.Я. Воропаєва)

(прізвище та ініціали)

## 1. Загальна інформація

Форма навчання	Денна	Заочна
Статус	обов'язкова	
Обсяг в кредитах ЄКТС	6	6
Обсяг в годинах за навчальним планом, разом: в тому числі:	180	180
лекцій:	48	6
практичні заняття:	—	—
лабораторні заняття:	32	6
семінари:	—	—
самостійна робота:	100	168
Форма підсумкового контролю	Екзамен / Диф. Залік	
Дисципліну викладають	к.т.н. доц. каф. ЕТ Шеїна Ганна Олександрівна: <a href="https://wiki.donntu.edu.ua/view/Шеїна_Ганна_Олександрівна_ganna.sheina@donntu.edu.ua">https://wiki.donntu.edu.ua/view/Шеїна_Ганна_Олександрівна_ganna.sheina@donntu.edu.ua</a> к.т.н. доц. каф. ЕТ Штепа Олександр Анатолійович: <a href="https://wiki.donntu.edu.ua/view/Штепа_Олександр_Анатолійович_oleksandr.shtepa@donntu.edu.ua">https://wiki.donntu.edu.ua/view/Штепа_Олександр_Анатолійович_oleksandr.shtepa@donntu.edu.ua</a>	

### Передумови для вивчення дисципліни:

*Перелік дисциплін, які мають бути вивчені раніше:*

- Вища математика. Ч. 1; Вища математика. Ч. 2; Вища математика. Ч. 3;
- Фізика. Ч. 1; Фізика. Ч. 2;
- Теорія електричних кіл;
- Фізичні основи електроніки;
- Компоненти та матеріали інформаційно-вимірювальних систем;
- Аналіз та розрахунок характеристик електромагнітних полів;
- Електроніка;
- Теорія сигналів та інформації.

*Перелік раніше здобутих результатів навчання:*

– застосовувати знання і розуміння диференційного та інтегрального числення, алгебри, функціонального аналізу дійсних і комплексних змінних, векторів та матриць, векторного числення, диференційних рівнянь в звичайних та часткових похідних, ряду Фур'є, статистично аналізу, теорії інформації, чисельних методів для вирішення теоретичних і прикладних задач електроніки;

– знаходити рішення практичних задач електроніки шляхом застосування відповідних моделей та теорій електродинаміки, аналітичної механіки, електромагнетизму, статистичної фізики, фізики твердого тіла;

– знати фізичні основи побудови і функціонування основних напівпровідникових та електронних пристроїв; основні технічні характеристики та особливості застосування основних напівпровідникових та електронних пристроїв; методи розрахунку та вимірювання характеристик і електричних параметрів основних напівпровідникових та електронних пристроїв; класифікацію, умовні графічні позначення та маркування основних напівпровідникових та електронних пристроїв;

– використовувати інформаційні та комунікаційні технології, прикладні та спеціалізовані програмні продукти для вирішення задач проектування та налагодження електронних систем, демонструвати навички програмування, аналізу та відображення результатів вимірювання та контролю;

– застосовувати експериментальні навички (знання експериментальних методів та порядку проведення експериментів) для перевірки гіпотез та дослідження явищ електроніки, вміти використовувати стандартне обладнання. планувати, складати схеми; аналізувати, моделювати та критично оцінювати отримані результати.

## **2. Мета вивчення навчальної дисципліни**

Метою викладання дисципліни є формування у студентів знань щодо розрахунків та проектування аналогових вузлів і пристроїв електронних систем, у т.ч. підсилювачів, аналогових, інтегральних мікросхем, лінійних та нелінійних перетворювачів, а також для успішного вивчення залежних дисциплін робочого плану спеціальності. Підготовка інженерів електронної техніки до роботи із сучасними електронними засобами, електронно-вимірювальними приладами, елементами електронної техніки, які використовуються у промисловості, приладобудуванні, системах зв'язку, телекомунікаційних системах.

*Загальні компетентності:*

ЗК2. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

*Фахові компетентності:*

– ФК5. Здатність застосовувати відповідні математичні, наукові й технічні методи, сучасні інформаційні технології і комп'ютерне програмне забезпечення, навички роботи з комп'ютерними мережами, базами даних та Інтернет-ресурсами для вирішення інженерних задач в галузі електроніки.

– ФК6. Здатність ідентифікувати, класифікувати, оцінювати і описувати процеси у приладах, пристроях та системах електроніки за допомогою аналітичних методів, засобів моделювання, дослідних зразків та результатів експериментальних досліджень.

– ФК7. Здатність застосовувати творчий та інноваційний потенціал в синтезі інженерних рішень і в розробці конструкцій пристроїв та систем електроніки.

– ФК8. Здатність вирішувати інженерні задачі в галузі електроніки з урахуванням всіх аспектів розробки, проектування, виробництва, експлуатації та модернізації електронних приладів, пристроїв та систем.

– ФК9. Здатність визначати та оцінювати характеристики та параметри матеріалів електронної техніки, аналогових та цифрових електронних пристроїв для проектування мікропроцесорних та електронних систем.

*Програмні результати навчання:*

– ПРН 1. Описувати принцип дії за допомогою наукових концепцій, теорій та методів та перевіряти результати при проектуванні та застосуванні приладів, пристроїв та систем електроніки.

– ПРН 2. Застосовувати знання і розуміння диференційного та інтегрального числення, алгебри, функціонального аналізу дійсних і комплексних змінних, векторів та матриць, векторного числення, диференціальних рівняння в звичайних та часткових похідних, ряду Фур'є, статистичного аналізу, теорії інформації, чисельних методів для вирішення теоретичних і прикладних задач електроніки.

– ПРН 4. Оцінювати характеристики та параметри матеріалів електронної техніки, розуміти основи твердотільної електроніки, електротехніки, аналогової та цифрової схемотехніки, перетворювальної та мікропроцесорної техніки.

– ПРН 5. Використовувати інформаційні та комунікаційні технології, прикладні та спеціалізовані програмні продукти для вирішення задач проектування та налагодження електронних систем, демонструвати навички програмування, аналізу та відображення результатів вимірювання та контролю.

– ПРН 6. Застосовувати експериментальні навички (знання експериментальних методів та порядку проведення експериментів) для перевірки гіпотез та дослідження явищ електроніки, вміти використовувати стандартне обладнання, планувати, складати схеми; аналізувати, моделювати та критично оцінювати отримані результати.

– ПРН 7. Аналізувати складні цифрові та аналогові інформаційно-вимірювальні системи з розширеною архітектурою комп'ютерних та телекомунікаційних мереж з урахуванням специфікації вибраних технічних засобів електроніки та відповідної технічної документації.

– ПРН 8. Визначати та ідентифікувати математичні моделі технологічних об'єктів при розробці у комп'ютерному середовищі нових складних електронних систем та виборі оптимального рішення.

– ПРН 9. Проектувати складні системи реального часу та засоби збору і обробки інформації, узгоджені з заданими інформаційними та програмними засобами шляхом застосування програмного забезпечення для вбудованих систем на основі мікроконтролерів.

– ПРН 10. Розробляти технічні засоби для побудови та діагностування технічного стану електронних пристроїв та систем, організовувати та проводити плановий та позаплановий ремонт, налагодження та переналагодження електронного устаткування у відповідності до поточних вимог виробництва.

– ПРН 11. Аргументувати нормативно-правові засади при впровадженні електронних пристроїв та систем; оцінювати переваги інженерних розробок, їх екологічність та безпечність; захищати власні світоглядні позиції та переконання у виробничій або соціальній діяльності.

– ПРН 12. Використовувати документацію, пов'язану з професійною діяльністю, із застосуванням сучасних технологій та засобів офісного устаткування; використовувати англійську мову, включаючи спеціальну термінологію, для спілкування з фахівцями, проведення літературного пошуку та читання текстів з технічної та фахової тематики.

– ПРН 13. Вміти засвоювати нові знання, прогресивні технології та інновації, знаходити нові нешаблонні рішення і засоби їх здійснення; відповідати вимогам гнучкості в подоланні перешкод та досягненні мети, раціонального використання та нормування часу, дисциплінованості, відповідальності за свої рішення та діяльність.

– ПРН 15. Виявляти навички самостійної та колективної роботи, лідерські якості, організовувати роботу за умов обмеженого часу з наголосом на професійну сумлінність.

– ПРН 16. Застосовувати розуміння теорії стохастичних процесів, методи статистичної обробки та аналізу даних при розв'язанні професійних завдань.

– ПРН 17. Демонструвати навички проведення експериментальних досліджень, пов'язаних з професійною діяльністю; вдосконалювати методики 10 вимірювання; контролювати достовірність отриманих результатів; систематизувати та аналізувати дані, отримані експериментальним шляхом.

– ПРН 18. Застосовувати методи математичного моделювання і оптимізації електронних систем для розробки автоматизованих та роботизованих виробничих комплексів.

### **3. Очікувані результати навчання**

#### *Знання:*

– принципи та методи розрахунків електронних підсилювачів, генераторів гармонічних коливань на біполярних, польових транзисторах та інтегральних мікросхемах, лінійних та нелінійних функціональних перетворювачів на базі операційних підсилювачів;

– теорії зворотних зв'язків та їх вплив на основні характеристики і параметри підсилювачів, що охоплені зворотними зв'язками;

– теорії RC-кіл та вибіркового підсилювачів на їх основі.

#### *Уміння:*

– розраховувати статичні та динамічні режими роботи лінійних та нелінійних перетворювачів сигналів; проектувати підсилювачі, генератори;

- виконувати раціональний вибір та обґрунтування методів розрахунку, оцінювати їх результати, приблизно оцінювати основні характеристики та параметри електронних пристроїв та систем, формулювати завдання на розробку електронних вузлів, пристроїв, приладів і систем;
- визначати області застосування електронних приладів та систем.

#### 4. Засоби діагностики результатів навчання

Під час вивчення дисципліни «Аналогова схемотехніка» використовуються наступні засоби діагностики результатів навчання:

- екзамени;
- стандартизовані тести;
- завдання на лабораторному обладнанні;
- практичні завдання;
- індивідуальні домашні завдання.

Навчальним планом передбачено виконання курсової роботи.

#### 5. Критерії оцінювання результатів навчання

ЛР 1	ЛР 2	ЛР 3	ЛР 4	Поточний контроль	Екзамен	Максимальний бал
Денна форма						
10	10	10	10	40	60	100
6	6	6	6	24		84
Заочна форма						
10	10	10	10	40	60	100
6	6	6	6	24		84

Примітки: 1) Пр1, Пр2 і т.д. практичні роботи; ЛР1, ЛР2 і т.д. лабораторні роботи;

2) У чисельнику максимальний бал – при своєчасному та правильному виконанні, у знаменнику – мінімальний (при правильному, але несвоєчасному виконанні).

Оцінка	
За 100-бальною шкалою	Для екзамену, курсового проекту(роботи), практики, диференційованого заліку, кваліфікаційного екзамену, випускної кваліфікаційної (дипломної) роботи (проекту)
90-100	Відмінно
74-89	Добре
60-73	Задовільно
0-59	Незадовільно

#### Шкала оцінювання для курсової роботи

Пояснювальна записка	Захист роботи	Максимальний бал
40	60	100

## 6. Програма навчальної дисципліни

### 6.1. Основні теми дисципліни

Тема 1. Аналогові мікроелектронні структури операційних ППС на інтегральних мікросхемах. 1.1. Загальні відомості про операційні підсилювачі постійного струму. 1.2. Еквівалентна схема операційного підсилювача та експериментальне визначення його основних параметрів. 1.3. Компенсація напруги зсуву ОППС. 1.4. Основні схеми включення ОП. 1.5. Стійкість до самозбудження ОП. 1.6. Розширення динамічного діапазону вихідної напруги ОП. 1.7. Збільшення вихідного струму ОП. 1.8. Підвищення швидкодії ОП. 1.9. Поліпшення статичних характеристик ОП. 1.10. Поліпшення шумових характеристик. 1.11. Придушення перешкод та захист ОП від перенавантажень.

Тема 2. Підсилювачі напруги на базі ОППС. 2.1. Інвертуючі та неінвертуючі підсилювачі. 2.2. Диференційні підсилювачі. 2.3. Підсилювачі з колами гальванічної розв'язки. 2.4. Підсилювачі змінної напруги. 2.5. Підсилювачі з регульованим коефіцієнтом передачі. 2.6. Підсилювачі імпульсних сигналів.

Тема 3. Фільтри і фазові кола. 3.1. Загальні відомості про фільтри. 3.2. Фільтри низьких частот. 3.3. Фільтри верхніх частот. 3.4. Смугові фільтри. 3.5. Фільтри, які мають смугову затримку.

Тема 4. Аналогові обчислювальні пристрої. 4.1. Інвертуючий та неінвертуючий суматор. 4.2. Інтегратори і диференціатори та їх основні характеристики і параметри. 4.3. Логарифмуючі та антилогарифмуючі схеми, схеми помноження та ділення на базі операційного підсилювача.

### 6.2. Темі практичних занять

Не передбачені відповідним навчальним планом.

### 6.3. Темі лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин для денної форми	Кількість годин для заочної форми
1	Дослідження інвертуючої та неінвертуючої схем включення операційного підсилювача	8	2
2	Дослідження інвертуючого та неінвертуючого суматорів	8	2
3	Дослідження схем диференційних підсилювачів	8	1
4	Дослідження інтегруючого та диференціюючого підсилювачів	8	1
	<b>Усього годин</b>	<b>32</b>	<b>6</b>

#### 6.4. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин для ДФ	Кількість годин для ЗФ
1	1.10. Поліпшення шумових характеристик.	15	25
2	1.11. Придушення перешкод та захист ОП від перенавантажень.	15	25
3	2.5. Підсилювачі з регульованим коефіцієнтом передачі.	15	25
4	2.6. Підсилювачі імпульсних сигналів.	15	25
5	3.4. Смугові фільтри.	15	25
6	3.5. Фільтри, які мають смугову затримку.	15	25
7	4.3. Логарифмуючі та антилогарифмуючі схеми, схеми помноження та ділення на базі ОП.	10	18
	<b>Усього годин</b>	<b>100</b>	<b>168</b>

#### 6.5. Індивідуальні та/або групові завдання

Курсова робота на тему «Розробка підсилювача звукових частот з потужним вихідним каскадом». Метою виконання курсової роботи є закріплення практичних навичок з розрахунку транзисторного підсилювача звукової частоти на біполярних та польових транзисторах, а також розрахунок аналогових пристроїв на базі операційних підсилювачів постійного струму.

Для всіх студентів тема курсової роботи однакова, а індивідуальні варіанти для розрахунку видаються викладачем на першому лабораторному занятті.

### 7. Література

#### 7.1. Основна

1. Аналогова схемотехніка / Л.П. Медяний – КП: КПІ ім. Ігоря Сикорського, 2017. – 177 с.
2. Основи схемотехніки: підручник. / О. М. Воробйова, В. Д. Іванченко. – [2-е вид.]. – Одеса: Фенікс, 2009. – 388 с.
3. Основи електроніки : навч. посіб. / А. С. Васюра, Г. Д. Дорощенко, В. П. Кожем'яко, Г. Л. Лисенко. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 197 с.
4. Електромагнітні елементи та пристрої систем управління і автоматики, ч.1. Електромагнітні елементи аналогових пристроїв : навч. пос. / А. С. Васюра. – Вінниця : ВДТУ, 2000. – 146 с.
5. Схемотехніка. Ч.2. Аналогова техніка : навч. пос. / Павлов С. М., Рудик А. В., Возняк О. М. – Вінниця : ВДТУ, 2001. – 144 с.
6. Аналогова схемотехніка та імпульсні пристрої: підручник / В.І. Бойко, В.Я. Жуйков, А.А. Зорі та ін. – 3-е вид., доповн. і переробл. – К.: Освіта України, 2012. – 480 с.
7. Аналогова схемотехніка та імпульсні пристрої: електронний підручник /А.А. Зорі, В.П. Тарасюк, О.М. Стародубцева, О.В. Вовна; ДонНТУ. – Донецьк, 2008.

#### 7.2. Допоміжна

1. Титце, У. Полупроводниковая схемотехника: в 2 т.: пер. с нем. – Т.2. –/У. Титце, К. Шенк. – М.: Додэка–XXI, 2018. – 942 с.



### 7.3. Методична

1. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Аналогова схемотехніка» (для студентів напрямків підготовки 6.050802 Електронні пристрої і системи, 6.051003 Приладобудування) / О.В. Вовна, А.А. Зорі, І.С. Лактіонов. – Донецьк: ДонНТУ, 2010. – 58 с.

<http://ea.donntu.edu.ua/handle/123456789/4447>

2. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсу «Аналогова схемотехніка» (для студентів напрямків підготовки 6.050802 Електронні пристрої і системи, 6.051003 Приладобудування) / О.В. Вовна, А.А. Зорі – Донецьк: ДонНТУ, 2011. – 32 с.

<http://ea.donntu.edu.ua:8080/jspui/handle/123456789/34562>

3. Методичні вказівки до виконання курсової та розрахунково-графічної робіт з дисциплін: «Електроніка», «Радіоелектроніка», «Твердотіла електроніка», «Аналогова схемотехніка», «Пристрої аналогової електроніки» [Електронний ресурс] / уклад. О.В. Вовна, В.А. Лебедєв. – Покровськ : ДонНТУ, 2021. – 73 с.

<http://ea.donntu.edu.ua:8080/jspui/handle/123456789/34563>

### 8. Інформаційні ресурси

1. AD [Електронний ресурс]: Analog Device. – Режим доступу: <https://www.analog.com/ru/index.html>. – Назва з титул. екрана.

2. Maxim Integrated Products [Електронний ресурс]: Maxim Integrated Products. – Режим доступу: <https://www.maximintegrated.com/en.html>. – Назва з титул. екрана.

3. SJR [Електронний ресурс]: Scimago journal & country rank. – Режим доступу: <http://www.scimagojr.com/journalrank.php>. – Назва з титул. екрана.